

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-150993

(43)Date of publication of application : 31.05.1994

(51)Int.Cl.

H01R 4/68

H01B 12/08

(21)Application number : 04-321465

(71)Applicant : FURUKAWA ELECTRIC CO  
LTD:THE

(22)Date of filing : 06.11.1992

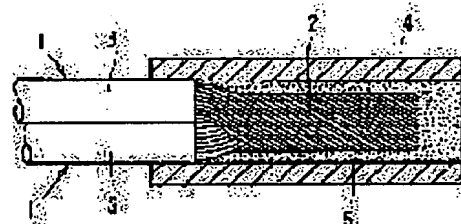
(72)Inventor : MIURA DAISUKE  
INOUE ITARU  
SUZUKI TAKUYA

## (54) NBTI ALLOY SUPERCONDUCTING WIRE WITH CONNECTION SECTION

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a superconducting wire with a connection section having the stable superconducting characteristic of the connection section by covering NbTi alloy filaments of the connection section with a Cu stabilizer, and preventing pinning centers in the NbTi alloy filaments from disappearing by the heat treatment when the Cu stabilizer is coupled with the NbTi alloy filaments.

**CONSTITUTION:** A continued superconducting wire contains a connection section of NbTi alloy superconducting wires 1, and the superconducting wires 1 contain Ta artificial pinning centers in NbTi alloy filaments 2. The filaments 2 exposed at the end sections of the superconducting wires 1 are twisted, the portion is covered with a Cu tube 4, Cu powder 5 is filled in the Cu tube 4, and the whole is compressed, heat-treated, and integrated to form the connection section.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-150993

(43)公開日 平成6年(1994)5月31日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 R 4/68	Z A A	7354-5E		
H 0 1 B 12/08	Z A A	7244-5G		

審査請求 未請求 請求項の数1(全 4 頁)

(21)出願番号 特願平4-321465

(22)出願日 平成4年(1992)11月6日

(71)出願人 000005290

古河電気工業株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

(72)発明者 三浦 大介

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

(72)発明者 井上 至

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

(72)発明者 鈴木 卓也

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

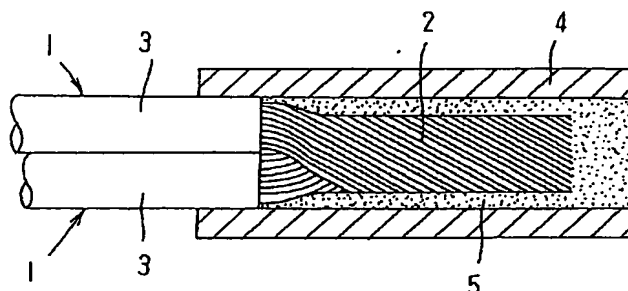
(74)代理人 弁理士 若林 広志

(54)【発明の名称】 接続部入りNbTi系合金超電導線

(57)【要約】

【構成】 NbTi系合金超電導線1同士の接続部を含む連続した超電導線で、前記超電導線1はNbTi系合金フィラメント2中にTa等の人工ピンニングセンターを含むものからなり、前記接続部は超電導線1の端部に露出させたフィラメント2を撚り合わせ、その部分をCu管4で覆い、Cu管4内にCu粉5を充填し、全体を圧縮、熱処理して一体化したものからなる。

【効果】 接続部のNbTi系合金フィラメントがCu安定化材で覆われ、しかもCu安定化材をNbTi系合金フィラメントと結合させるときの熱処理でNbTi系合金フィラメント中のピンニングセンターが消滅することがないので、接続部の超電導特性が安定した接続部入り超電導線が得られる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】NbTi系合金超電導線同士の接続部を含む連続したNbTi系合金超電導線であって、前記超電導線はNbTi系合金フィラメント中に人工ピンニングセンターを含むものからなり、前記接続部は接続すべきNbTi系合金超電導線の端部に露出させたフィラメントを集合し、その部分を金属管で覆い、その金属管内に安定化金属の粉末を充填し、全体を圧縮、熱処理して一体化したものからなることを特徴とする接続部入りNbTi系合金超電導線。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、NbTi系合金超電導線同士の接続部を含む接続部入りNbTi系合金超電導線に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】超電導線は一般に、安定化理論に基づき、極細線化した超電導フィラメントを低抵抗で熱伝導性にすぐれたマトリクスに埋め込んだ構造となっている。これにより磁束跳躍などの電磁気的不安定性が抑えられ、安定して電流を流すことができる。

【0003】ところで超電導線でマグネットなどを構成する場合、超電導線の長さが有限であるため、超電導線を相互に接続する必要があることが多い。従来、NbTi系合金超電導線を接続する場合には、接続すべきNbTi系合金超電導線の端部に露出させたフィラメントを集合し、その部分にインジウムまたは半田などを比較的低温で溶かし込むことにより接続していた。

【0004】このように接続に半田などの低融点金属を使用する理由は次のとおりである。すなわちNbTi系合金超電導線では、磁束をピン止めするピンニングセンターはNbTi系合金フィラメント内に析出させた $\alpha$ -Tiであり、この $\alpha$ -Tiは約450℃以上に加熱すると固溶して消滅してしまうため、接続の際にあまり高い温度に加熱することができないからである。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし上記のような接続部を有する超電導線では、接続部のNbTi系合金フィラメントのまわりに、銅やアルミ等の安定化金属に比べて抵抗の高い半田等が存在することになるため、擾乱に対する安定性が劣り、接続部で突然クエンチが発生するなどの問題があった。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】接続部の安定性を高めるためには、接続部のNbTi系合金フィラメントのまわりに銅やアルミ等の安定化金属を配置することが有効である。しかし接続部に安定化金属を配置し、その機能を発揮させるためにはフィラメントと安定化金属を金属結合させる必要があり、そのためには高温での熱処理が必要となる。高温で熱処理すると前述のように $\alpha$ -Tiが

固溶し、ピンニングセンターが消滅してしまうため、接続部のJcが低下し、運転電流が接続部でJc以上になり、常電導転移が起こる結果となる。

【0007】そこで本発明では、接続の際に高温で熱処理してもピンニングセンターが消滅することのないように、超電導線としてNbTi系合金フィラメント中に例えばTaやAuなどによる人工ピンニングセンターを導入したものを使用することとし、かつその接続部は、接続すべきNbTi系合金超電導線の端部に露出させたフィラメントを集合（撚り合わせたり、束ねたり、編んだりすること）し、その部分を金属管で覆い、その金属管内に安定化金属の粉末を充填した上で、全体を圧縮、熱処理して一体化した構造とするものである。

## 【0008】

【作用】このようにすれば、接続部のNbTi系合金フィラメントが安定化金属で覆われることになり、接続部の電磁気的な安定性が高まる。またNbTi系合金フィラメント中に導入した人工ピンニングセンターは、安定化金属をNbTi系合金フィラメントと結合させるための熱処理の温度では消滅しないので、接続部のフィラメント中にもピンニングセンターが残り、超電導特性の低下がきわめて少なくなる。

## 【0009】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を参照して詳細に説明する。図1は接続すべき2本のNbTi系合金超電導線1の端部を示す。各々の超電導線1は多数のNbTi系合金フィラメント2をCuマトリクス3の中に埋め込んだものである。また個々のフィラメント2は人工ピンニングセンターとしてTaを導入したもので、従来の析出型ピンニングセンターである $\alpha$ -Tiは存在しない。超電導線1の外径は0.5mm、フィラメント2の外径は5 $\mu$ m、フィラメント2の本数は6270本である。

【0010】接続に際し、まず図1に示すように超電導線1の端部のマトリクス3をエッチングにより溶去し、フィラメント2を露出させる。次に図2に示すように超電導線1の端部に露出したフィラメント2を撚り合わせる。その後、図3に示すようにフィラメント2の撚り合わせ部からCuマトリクス3の端部にかけてCu管4を被せ、その中にCu粉(r r r = 200)5を充填する。これによりフィラメント2はCu粉5の中に埋まった状態となる。次にこれを真空中で外周から圧縮し、800℃に加熱して、フィラメント2とCu粉5とCu管4を金属結合させて一体化する。これにより図4に示すようにフィラメント2がCu安定化材6の中に埋め込まれた接続部7を得ることができる。

【0011】以上のようにして得た接続部7を含む超電導線1を図5に示すように液体ヘリウム(4.2K)に浸漬し、電流を流し、接続部7の両側の超電導線1に電圧タップ8をとって、電圧-電流特性を調べた。比較の

ため同じ方法で、接続部のない超電導線と、従来の半田接続部を有する超電導線の電圧-電流特性を調べた。その結果を図6に示す。これによると、半田接続による従来品は何等かの擾乱による磁束跳躍が引金となってクエンチが発生しているが、本実施例品はフィラメントの接触接合による微小抵抗で電圧は発生するが、磁束跳躍が抑えられ、安定した電流が流れていることが分かる。

【0012】次に上記実施例の接続部を含む超電導線で0.3μHのワンターンコイルを作り、4.2Kに冷却して、永久電流の減衰を測定した。比較のため、従来の半田接続部を有する超電導線でも同じコイルを作り、同じ測定をした。その結果を図7に示す。これによると、半田接続による従来品では磁束跳躍で起きる常電導転移後の抵抗が存在するため、ある時点（外的擾乱の起こった時点）で電流が急激に減衰するが、本実施例品では永久電流の減衰はフィラメント接触に基づく微小抵抗による減衰のみであり、磁束跳躍、常電導転移に基づく急激な抵抗発生による減衰は起こらないことが分かる。

【0013】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、接続部のNbTi系合金フィラメントが安定化金属で覆われ、しかも安定化金属をNbTi系合金フィラメントと結合させるときの熱処理でNbTi系合金フィラメント中のピンニングセンターが消滅することがないので、接\*

\* 続部の超電導特性が安定した接続部入り超電導線を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例に係る接続部入りNbTi系合金超電導線を製造する第一段階を示す平面図。

【図2】 図1の次の段階を示す平面図。

【図3】 図2の次の段階を示す平面図。

【図4】 図1ないし図3の方法で製造された本発明の一実施例に係る接続部入りNbTi系合金超電導線を示す断面図。

【図5】 接続部入りNbTi系合金超電導線の試験方法を示す説明図。

【図6】 本発明の実施例品および他の比較品の超電導状態における電圧-電流特性を示すグラフ。

【図7】 本発明の実施例品および従来品の永久電流減衰特性を示すグラフ。

【符号の説明】

1: NbTi系合金超電導線

2: NbTi系合金フィラメント

3: Cuマトリクス

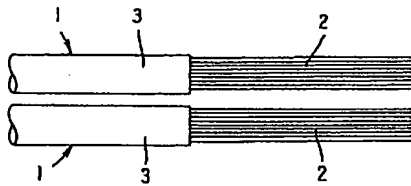
4: Cu管

5: Cu粉

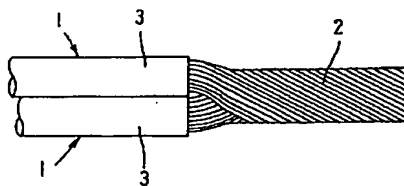
6: Cu安定化材

7: 接続部

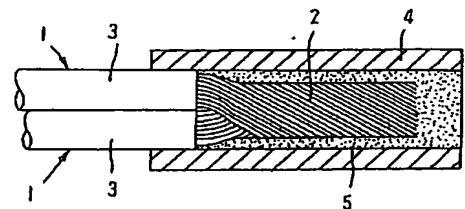
【図1】



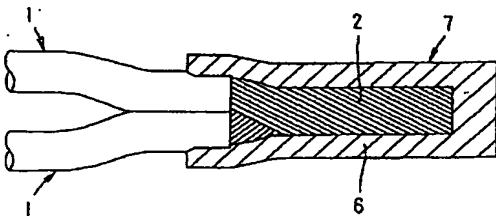
【図2】



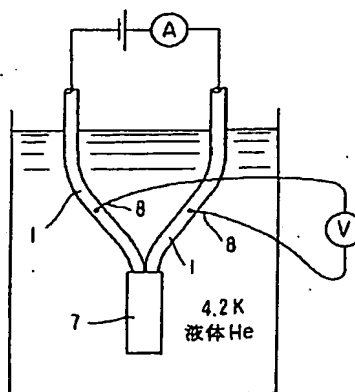
【図3】



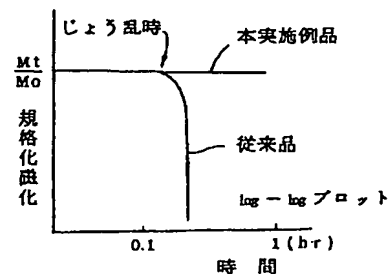
【図4】



【図5】



【図7】



【図6】

